

## 伸縮機構による屋根雪下ろしロボットの開発

システム科学技術学部 機械知能システム学科

2年 清野 陸

1年 上野 翔太郎

1年 江尻 朋弥

1年 菊谷 大輔

1年 工藤 恭将

学生支援スタッフ 4年 藤原 瑞輝

指導教員 システム科学技術学部 機械知能システム学科

准教授 齋藤 敬

## 1. 目的

秋田県は日本国内でも有数の豪雪地帯でありながら、高齢化率が著しく33.8%と全国で最も高い割合となっている。このような地域では雪害による被害も多く年間数十人もの死傷者が出ている。これらのことから、秋田県立大学で研究開発している伸縮機構を用いた除雪ロボットの製作を行い、豪雪地帯に住む高齢者や自力での除雪が困難な人でも安全に除雪ができるロボットを製作することで雪害対策の有効な手段ができるのではないかと考えている。

## 2. 研究内容

## 2-1. ロボット開発に必要な基礎知識と技術の習得と評価

技術習得のため、高機動汎用ロボット「ベルグブリュッケン」(図1)の改修を行った。各種工作機械や工具を用いて破損個所の修復、電気系の製作を行った。またSolidWorks等の使い方を学び、ロボット開発に必要な知識と技術の習得を目指した。また、改修後の機体評価のため、毎年神奈川県川崎市で行われている「かわさきロボット競技大会」に出場した。さらにこの大会では多くの技術者が参加していたため、大会後の交流会に参加し技術交流も目的となっている。

## 2-2. 伸縮機構を用いた除雪機構の開発

人工生体機構研究室で開発中の伸縮機構は弾性体テープを利用した、金属巻尺を折り返したような構造を有する独自技術である。通称は「巻尺腕」で、機構を図2に示す。今回、この伸縮機構を制御するための電装系製作と実機による試験運用を行った。今回の自主研究では毎年研究の一環として参加している「かわさきロボット競技大会」に参加し、大会に参加する機体の整備、改修をとおして各種工作機械、工具の使用方法を学び雪下ろしロボット製作につながる知識、技術を習得し、またCADソフトの使い方を学ぶことで、ロボットの開発、設計に必要な技術の習得を行った。その後、大会で得た技術をもとに雪下ろしロボットの製作と雪上での試験を行った。

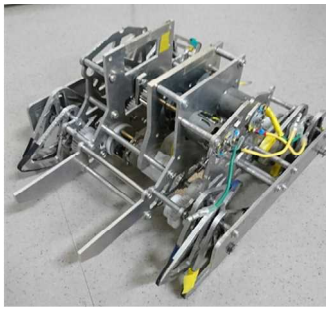


図1 高機動汎用ロボット

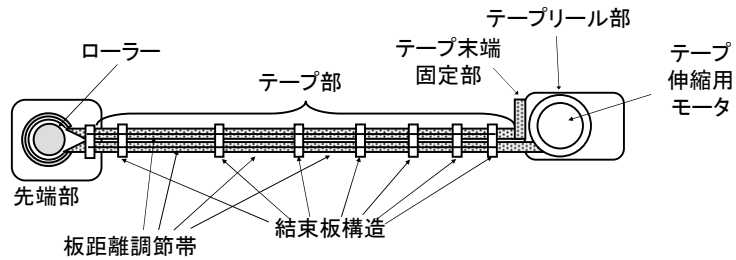


図2 伸縮機構 構造図

### 3. 研究結果、考察

#### 3-1. ロボット開発に必要な基礎知識と技術の習得と評価

高機動汎用ロボット「ベルグブリュッケン」の改修では、前年度の電装系の不具合の改修を中心に破損部の補修等を行った。この機体で大会に参加した結果、前年度のように電装系の不具合で機体が動かなくなるということにはなかった。大会で良い成績を残したわけではないが、機体を最後まで動かすことができたのは大きな進歩だと考える。また、他の参加者の機体を見ることで自分たちにはなかった発想や考え方を知ることができた。

#### 3-2. 伸縮機構を用いた除雪機構の開発

昨年度は除雪ブレードの中央に伸縮機構を配置したが、除雪時にブレードが雪から受ける負荷がブレード左右で不均一であると、伸縮機構の伸縮方向以外に負荷がかかり、伸縮に支障が出た。このため今回は伸縮機構を2つ、ブレード両端に配置し同期して運用することとした。そのため、研究室の新型伸縮機構「巻尺腕Type I」を2台を用意し、配線と操作方法を習得した。除雪ブレードは昨年度の5cm幅ステンレス鋼帯製のものを補修して用いた。また、伸縮機構を用いる注意点として防水加工がされていないため、伸縮機構の巻尺腕と電装系を覆うケースを用意して実験を行った。伸縮機構には24V DC電源を使用し、操作はPCよりArduino Rev3 (Arduino LLC)、CNC用3軸ステッピングモータードライバ (TRIO, オリジナルマインド) を経由して駆動用ステッピングモーター (29SM-K711-05V, ミネベアミツミ) を動作させた。新雪での条件下で実験を行った結果は以下の表1のようになった。

表1 除雪した回数と雪の深さ

| 回数  | 除雪した雪の深さ |
|-----|----------|
| 1回目 | 28mm     |
| 2回目 | 20mm     |
| 3回目 | 10mm     |
| 4回目 | 10mm以下   |

実験時の様子を図3、4に示す。実験を行ったところ回数を重ねるごとに除雪量は少なくなった。これはブレードを雪上で往復させるうちに、その重さで雪が圧縮されたためである。また何度か雪を除雪した際に巻き尺腕本体とブレードの間に除雪した雪がたまり巻き尺腕が完全に戻らなくなってしまった。モータの出力という点ではまだ除雪可能であったように思えるが、これにより完全に除雪しきることが困難になったため4往復したところで試験を終了した。

今回は屋根ではなく水平な地面の上で試験を行ったため除雪した雪がたまってしまったが、傾斜のある屋根の上であれば自重で雪が落ちるため、おそらく問題はないと思われる。今後の課題点としては、電装系の防水加工としてプラスチックのケースを加工したが、コードの接続部分など、覆いきれない箇所があった。最終的に使用する地域は豪雪地帯であることを想定すると、一層の工夫が必要と考える。また巻き尺腕やモータの耐寒性に関しても過酷な条件下での使用を考える上で調べる必要がある。今回は試すことができなかったが、屋根を想定した斜面上での除雪試験も検討する必要がある。もう一点として、今回試験した除雪ブレードの素材・形状は一種類のみであったが、今後より質の高い除雪装置を目指すためにはブレード本体の改良も必要だと考える。

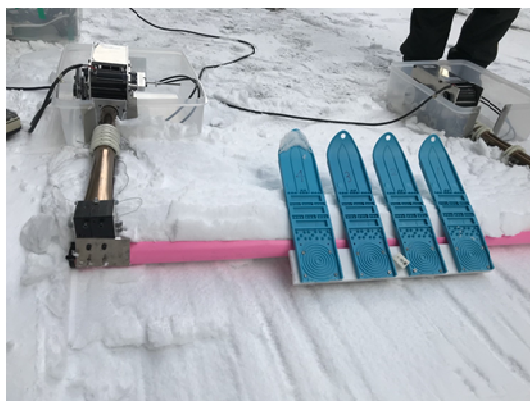


図3　雪下ろしロボット



図4　試験の様子

#### 4. まとめ

今回の研究活動では大きく分けて、高機動汎用ロボットの改修、補修と伸縮機構を用いた除雪実験の2つを行った。これらの活動を通して、ロボット関連技術の習得と、新たな除雪技術に向けた研究開発を行うことができた。今後の伸縮機構による除雪システムの実用化に向け、巻き尺腕を複数連動させる実験データを得ることができ、また防水対策の重要性が明らかになったことから、有意義な研究活動になったのではないかと考える。